

CENÁRIOS FUTUROS DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS EM UMA CIDADE DO SEMIÁRIDO NORDESTINO

Cristiano Benevides Firmino¹
Daniela de Freitas Lima²
Gabriela Valones³

RESUMO

O gerenciamento adequado dos resíduos sólidos, incluindo todas as suas etapas, é fundamental para que haja o cumprimento da Política Nacional dos Resíduos Sólidos e para que sejam estabelecidas qualidade de vida à população e respeito ao meio ambiente, tendo em vista que os resíduos sólidos compõem um dos eixos do saneamento básico. Dessa forma, administrar o volume gerado em períodos recentes e prever ações futuras são elementos fundamentais para que sejam adotadas medidas adequadas para o efetivo gerenciamento dos resíduos sólidos. O objetivo deste trabalho é verificar a existência de projeções futuras para o gerenciamento de resíduos sólidos e a previsão de mudanças no manejo desses resíduos na cidade de Pau dos Ferros/RN. Para tanto, foi realizada entrevista semiestruturada com um dos gestores públicos da Secretaria de Planejamento do município de Pau dos Ferros/RN e coletados nesta mesma secretaria dados quantitativos inerentes às ações voltadas para os resíduos sólidos deste município. Contatou-se há dois cenários para o futuro do gerenciamento de resíduos sólidos no município: a restauração/implementação de um aterro controlado e a construção de um aterro sanitário através do consórcio entre 44 municípios proveniente do Plano Intermunicipal Alto Oeste. Dessa forma, deve ser analisada a adequação da área de implantação do aterro sanitário e incrementadas atividades que visem a não geração, a redução, a reutilização, a reciclagem e o tratamento dos resíduos sólidos, que ainda são incipientes em Pau dos Ferros/RN.

Palavras-chave: Encerramento de Lixão, Aterro Controlado, Aterro Sanitário.

INTRODUÇÃO

O crescimento da preocupação com a degradação dos recursos naturais, resultado dos desequilíbrios ambientais, sociais e econômicos que são ocasionados por esta deterioração, com destaque para o solo e os recursos hídricos, implicou na necessidade da adoção medidas de prevenção e mitigação quanto à geração de impactos causados pelos processos cotidianos.

Nesta perspectiva, legislações associadas ao meio ambiente foram sendo elaboradas ao longo do tempo com a finalidade de orientar os procedimentos adequados para que os danos ao meio ambiente sejam minimizados e a saúde pública seja mantida. No Brasil existe um arcabouço legal robusto voltado para o meio ambiente e para a qualidade de vida da população,

¹Engenheiro Ambiental e Sanitarista pela Universidade Federal Rural do Semi-Árido - UFERSA, cristiano.benevides@outlook.com;

²Doutoranda da Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, danielaafreitas12@hotmail.com;

³Docente do Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária da Universidade Federal Rural do Semi-Árido - UFERSA, gabriela.valones@ufersa.edu.br;

a partir do qual podemos citar a Política Nacional de Saneamento (PNSB), instituída pela lei 11.445/2007, e a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), estabelecida pela Lei 12.305/2010.

A PNSB define saneamento em seu art. 3º, inciso I, como um conjunto de serviços, infraestruturas e instalações operacionais de abastecimento de água potável; esgotamento sanitário; limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos; drenagem e manejo das águas pluviais, limpeza e fiscalização preventiva das respectivas redes urbanas. No que se refere à limpeza urbana e ao manejo de resíduos sólidos, a alínea c do art. 3º, inciso I, dispõe que estes correspondem ao conjunto de atividades, infraestruturas e instalações operacionais de coleta, transporte, transbordo, tratamento e destino final do lixo doméstico e do lixo originário da varrição e limpeza de logradouros e vias públicas.

Considerando a relevância de lidar corretamente com os resíduos sólidos, existe uma legislação específica, a PNRS, que, de acordo com seu art. 4º “reúne o conjunto de princípios, objetivos, instrumentos, diretrizes, metas e ações adotados pelo Governo Federal, isoladamente ou em regime de cooperação com Estados, Distrito Federal, Municípios ou particulares, com vistas à gestão integrada e ao gerenciamento ambientalmente adequado dos resíduos sólidos”.

O gerenciamento dos resíduos sólidos é conceituado pelo art. 3º, inciso X, da PNRS como “conjunto de ações exercidas, direta ou indiretamente, nas etapas de coleta, transporte, transbordo, tratamento e destinação final ambientalmente adequada dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos, de acordo com plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos ou com plano de gerenciamento de resíduos sólidos”.

Assim, o gerenciamento de resíduos sólidos, um dos requisitos para o saneamento básico e o alvo da PNRS, está diretamente relacionado ao bem-estar e a saúde da população, seja em grandes centros urbanos seja em cidades de pequeno porte.

Entretanto, o que se verifica é que até mesmo em cidades menores, há dificuldade para implementar ações de gerenciamento de resíduos sólidos. Nascimento et al. (2015) expressam que, embora tenham ocorrido melhorias no gerenciamento dos Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) após a implantação da PNRS, ainda há um panorama bastante deficiente associado a este aspecto e, destacam entre as dificuldades a expansão da coleta e tratamento desses resíduos, a atuação da sociedade na perspectiva de separação dos resíduos e a substituição dos lixões pelos aterros sanitários.

Neste contexto, realizar o monitoramento, adotar novas tecnologias e metodologias que garantam um gerenciamento de qualidade dos elementos relacionados de geração,

acondicionamento, coleta, transporte, tratamento e disposição final dos resíduos sólidos, são indispensáveis para a execução adequada das atividades propostas pela PNRS e para planejamento das futuras ações por meio da previsão de cenários.

Nos tempos atuais, a metodologia que vem constantemente sendo empregada para depositar os RSU coletados é a utilização de aterros sanitários, principalmente pela viabilidade ambiental e econômica. De acordo com a Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE, 2018), 59,1% dos resíduos sólidos urbanos coletados são dispostos em aterros sanitários.

No entanto, o percentual de resíduos que vai para lixões e aterros controlados ainda é bastante elevado, o que mostra a necessidade de cumprimento das políticas e da conscientização da sociedade a caráter de urgência. Além disso, a PNRS regia que a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos deveria ser implantada até quatro anos após a publicação da Lei, isto é, em 2014, prazo este que foi estendido pelo Projeto de Lei (PL) 2.289/15 de acordo com o quantitativo populacional dos municípios do Censo de 2010: até 31 de julho de 2018, para capitais de Estados e de Municípios integrantes de Região Metropolitana (RM) ou de Região Integrada de Desenvolvimento (Ride) de capitais; até 31 de julho de 2019, para Municípios com população superior a 100.000; até 31 de julho de 2020, para Municípios com população entre 50.000 (cinquenta mil) e 100.000 (cem mil) habitantes; até 31 de julho de 2021, para Municípios com população inferior a 50.000 (cinquenta mil) habitantes.

Mannarino, Ferreira e Gandolla (2016) ao apresentarem tecnologias de tratamento e disposição final de RSU e mecanismos para a instauração da modificação de cenário na Europa, enfatizam que é fundamental reconhecer a necessidade do planejamento gerenciamento dos RSU em todas as suas fases e da integração à questão urbana.

Dessa forma, o objetivo deste trabalho é verificar se há projeções futuras para o gerenciamento o de resíduos sólidos e a previsão de mudanças no manejo atual desses resíduos na cidade de Pau dos Ferros-RN.

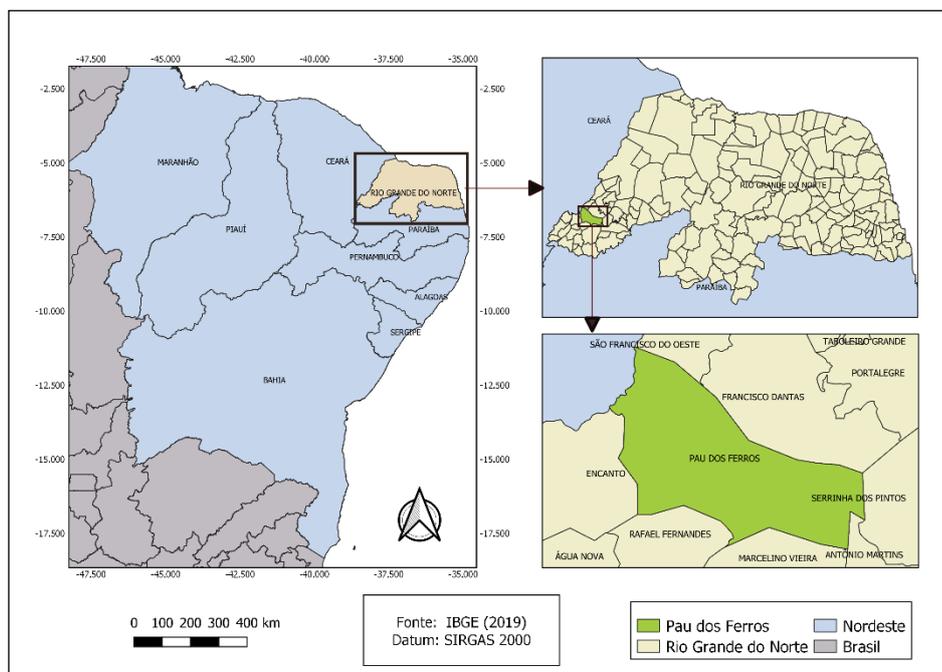
METODOLOGIA

Área de estudo

Esta pesquisa foi desenvolvida para o município de Pau dos Ferros/RN (Figura 01), localizada no Estado do Rio Grande do Norte, integrante do semiárido nordestino, que segundo

o Instituto Brasileiro de Geografia (2011) tem população de 27.745 habitantes e densidade demográfica de 106,73 hab/km².

Figura 01: Mapa de localização da cidade de Pau dos Ferros.



Fonte: Elaborada pelos autores, 2019.

De acordo com Souza et al. (2017), em estudo do Serviço Geológico do Brasil, o município de Pau dos Ferros tem latitudes 06°00' e 06°30' S e longitudes 38°00' e 38°30' W; geologia predominante de dois domínios gnáissico-migmatíticos, riacianos, denominados de complexos Jaguaretama e Caicó; recursos minerais em maior destaque de berilo e feldspatos associados aos pegmatitos e esmeraldas encaixadas em rochas miloníticas ligadas à venulações pegmatíticas.

Procedimentos Metodológicos

Para a efetivação deste estudo foi necessária a realização de entrevista semiestruturada com um dos gestores públicos da Secretaria de Planejamento do município de Pau dos Ferros que tratou sobre questões preestabelecidas acerca do tema de resíduos sólidos e a execução de coleta de documentos nesta mesma secretaria que apresentam informações sobre as medidas a serem adotadas por este município.

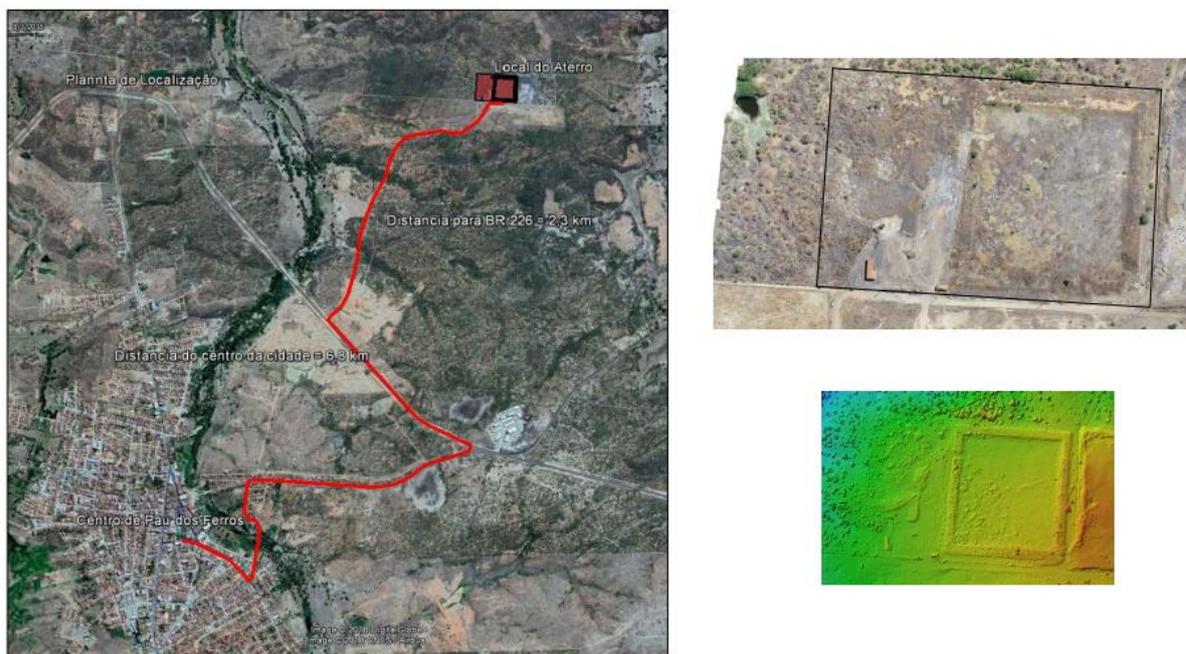
RESULTADOS E DISCUSSÃO

O planejamento do cenário futuro do município de Pau dos Ferros/RN, quanto às técnicas e práticas a serem aplicadas no gerenciamento de resíduos sólidos, está bem definido para os próximos 20 anos. Após entrevistas e levantamento de dados fornecidos pela Secretaria de Planejamento, foi possível verificar como estão previstas as próximas etapas deste processo no município.

Com base nos dados obtidos na pesquisa, constataram-se dois cenários para o futuro do gerenciamento de resíduos sólidos no município, sendo um provisório, com a restauração/implementação de um aterro controlado, onde seriam realizadas apenas modificações no atual aterro que não teve suas instalações concluídas; e outro a construção de um aterro sanitário através do consórcio entre 44 municípios.

Neste primeiro cenário, o aterro controlado foi dimensionado para atender toda a população do município durante o intervalo de tempo de 10 anos. A Figura 02 mostra a localização do atual aterro que será reformado.

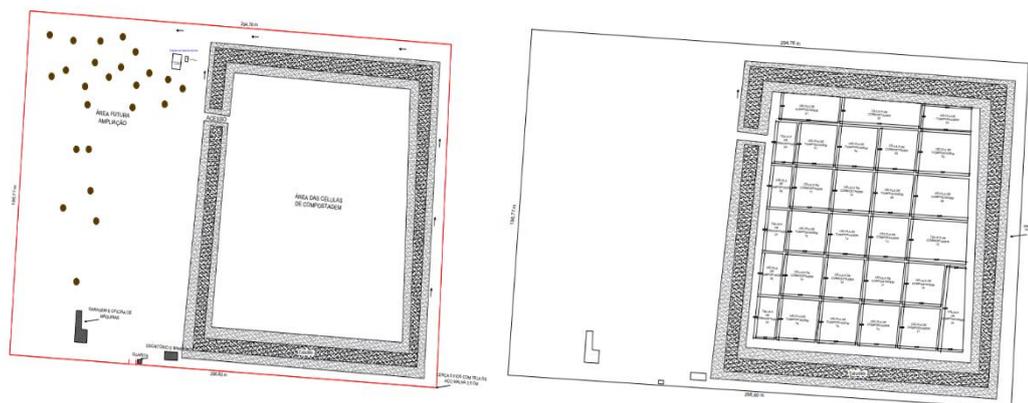
Figura 02: Localização do aterro controlado de Pau dos Ferros.



Fonte: Secretaria de Planejamento de Pau dos Ferros, 2018.

O aterro controlado contará com 28 células para disposição do resíduo, dimensionados para suportar o recebimento dos resíduos durante 6 meses, cada uma. A Figura 03 mostra como será a divisão das células dentro do aterro controlado.

Figura 03: Distribuição de células no aterro controlado



Fonte: Secretaria de Planejamento de Pau dos Ferros, 2018.

Obteve-se também as dimensões e características de operação do aterro controlado (Tabela 01).

Tabela 01 – Detalhes do aterro controlado e de suas células

Área total do aterro (m ²)	Área construída (m ²)	Altura das camadas de resíduos (m)	Altura total do talude de resíduos (m)	Duração de cada ciclo (anos)	Área para possível ampliação (m ²)
58.755	29.130	1,4	7	2	25.695

Fonte: Secretaria de Planejamento de Pau dos Ferros, 2018.

As camadas de resíduos foram dimensionadas de acordo com os maquinários que serão utilizados na operação do aterro controlado. Já a altura do talude, calculada para ter seu tamanho máximo em 7 metros, pode ser alterada de acordo com a estrutura da pilha de resíduos.

O ciclo necessário para ocupar cada camada de cada célula, é de 2 anos, após esse período os veículos já poderão trafegar sobre as pilhas e, assim, dispor nas demais. O fluxo de enchimento das células foi projetado de forma que as pilhas possam permitir essa travessia dos veículos para as demais células.

De acordo com orçamento realizado pelo corpo de funcionários da Secretaria de Planejamento do município, a implementação deste aterro controlado, que será implementado com recursos próprios, será de R\$ 130.000,00 (cento e trinta mil) reais.

Considerando que a geração de resíduos tem elevados custos no gerenciamento dos resíduos sólidos, os objetivos dos países, relacionados aos resíduos sólidos, vêm se

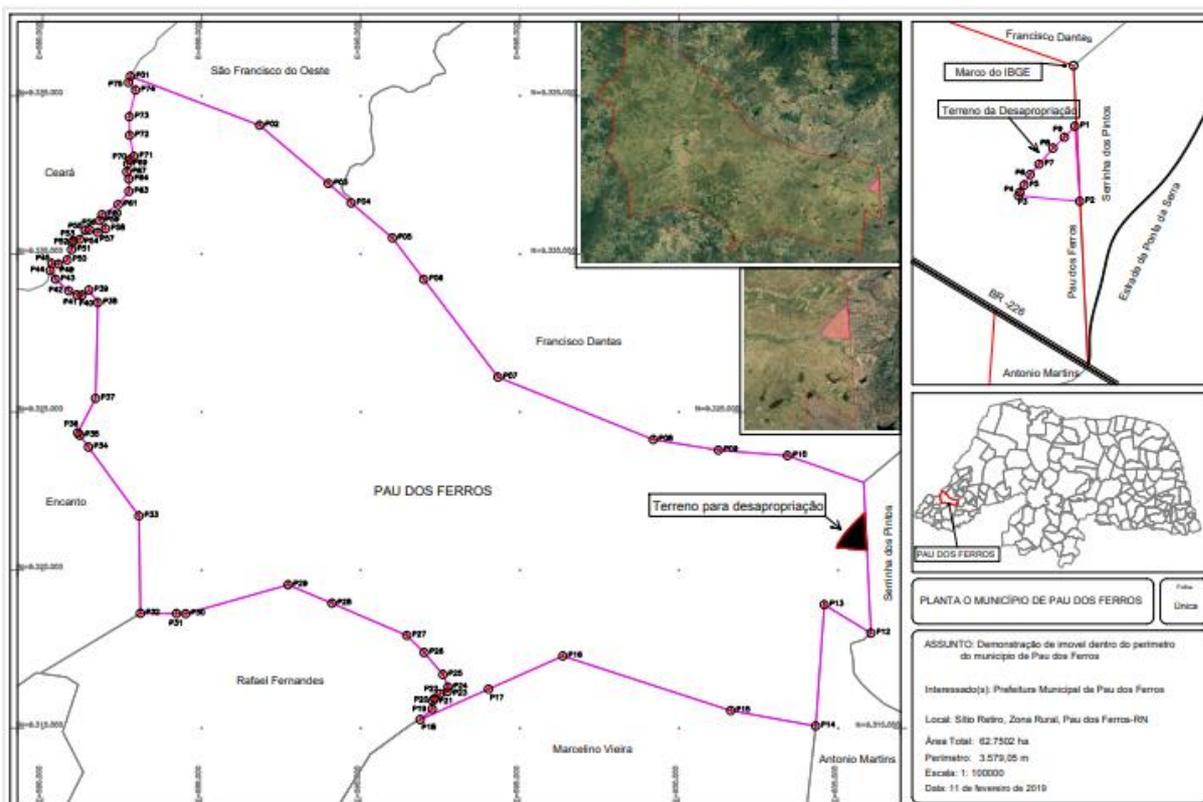
concentrando na diminuição da quantidade de resíduos e na exploração de diferentes tipos destes, o tanto quanto seja possível. Desta forma, diminuindo a quantidade de resíduos enviados para os aterros (ESTEBAN-ALTABELLA; COLOMER-MENDOZA; GALLARDO-IZQUIERDO, 2017).

O exemplo da União Europeia é apresentado por Mannarino, Ferreira e Gandolla (2016), que a partir de 2008 teve suas taxas de redução *per capita* anual de resíduos sólidos reduzidas, o que pode ser justificado tanto pela crise econômica quanto pela conscientização da população, enfatizando o aumento dos índices de reciclagem, compostagem e incineração motivada por medidas como recolhimento de embalagens plásticas do mercado, estabelecido em legislação, e instrumentos econômicos, como a cobrança por saco de lixo gerado para ser coletado.

Como o município de Pau dos Ferros/RN trabalha com dois cenários futuros, o dimensionamento deste aterro controlado foi realizado de forma que atenda as necessidades de disposição dos resíduos até a implementação do segundo cenário, que seria a instalação/construção de um aterro sanitário.

O aterro sanitário, seria construído a partir de um consórcio com 44 municípios, incluindo Pau dos Ferros, com a finalidade de atender a demanda de ambos. Neste consórcio, Pau dos Ferros cedeu as terras para instalação do aterro sanitário, mesmo assim, continuará a contribuir com as taxas de consórcio para manutenção do aterro. Trata-se de um consórcio proveniente do Plano Intermunicipal Alto Oeste, que segundo a Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Rio Grande do Norte (SEMARH-RN, 2017) prevê 7 estações de transbordo nos municípios de Caraúbas, Patu, Apodi, Riacho da Cruz, São Miguel, José da Penha e Alexandria, e 1 aterro sanitário no município de Pau dos Ferros. A Figura 04 mostra a localização da área cedida para a construção o aterro sanitário.

Figura 04: Localização da área cedida para a construção do aterro sanitário.



Fonte: Secretaria de Planejamento de Pau dos Ferros, 2018.

Não foi possível obter dados de como será a configuração do aterro sanitário nem de como ocorrerá o manejo de resíduos no município. Mas, ressalta-se que cuidados na construção deste aterro devem ser tomados de acordo com a literatura, por exemplo, Tang et al. (2018) citam que a durabilidade do aterro depende principalmente da característica anti-infiltração do sistema de revestimento, sendo este o ponto crucial na construção deste tipo de técnica empregada para destinação final de resíduos.

Alerta-se também para a necessidade do atendimento dos padrões da localidade de instalação, conforme aponta a NBR ABNT 13.896/1997 (Aterros de resíduos não perigosos - Critérios para projeto, implantação e operação), que dispõe, dentre as orientações, de distâncias mínimas para os recursos hídricos e os núcleos populacionais. Os Sistemas de Informações Geográficas (SIG's) são muito úteis na delimitação das áreas viáveis para a construção de Aterros, conforme expõem Fernandes, Silveira e Oliveira (2017) ao definirem uma área para instalação de aterro sanitário no município de Grossos/RN que objetivando o menor impacto ambiental e o melhor retorno social e econômico.

No que se refere aos gases residuais de aterros sanitários, que causam desconfortos para os operadores deste ambiente e danos ao meio ambiente, Bianel et al (2017) afirmam que eles

podem ser aproveitados para a geração de biogás, configurando-se como uma alternativa sustentável de direcionar esses subprodutos.

Outro fator importante em aterros sanitários é o tratamento do chorume gerado, já que se constitui como um líquido altamente poluidor ao solo e ao meio aquático, devendo dispor de algum tratamento antes de ser disposto (COSTA; ALFAIA; CAMPOS, 2019).

Estudo realizado por Lopes et. al (2016) mostra que o lixiviado (chorume) decorrente da disposição de resíduos no Lixão de Pau dos Ferros segue o fluxo natural do terreno para uma área de captação e tendo a possibilidade potencial de ser desaguado no Rio Apodi-Mossoró. Este panorama pode ocasionar contaminação do curso hídrico, gerando prejuízos de ordem social, econômica e ambiental, e deve ser evitado no aterro sanitário.

Algumas medidas de gerenciamento de resíduos estão sendo aplicadas no município, como a criação de uma nova associação de catadores, implementação de coleta seletiva e algumas ações pontuais como no caso da Feira Intermunicipal de Educação, Cultura, Turismo e Negócios do Alto Oeste Potiguar (FINECAP) sem vidro, que seria uma ação da não utilização de vidro em uma festa tradicional no município.

A PNSB tem como um de seus objetivos a não geração, a redução, a reutilização, a reciclagem e o tratamento dos resíduos sólidos, bem como disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos. Logo, as atitudes de reciclagem e substituição de materiais que estão sendo instauradas, são associadas a este objetivo, devendo serem ampliadas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O município de Pau dos Ferros dispõe inadequadamente seus resíduos sólidos no ano de 2019, uma vez que opera lixão, mas têm dois cenários previstos para a mudança de disposição: o aterro controlado e o aterro sanitário. Embora haja uma previsão para o cumprimento da disposição de resíduos de forma adequadamente para o ano de 2021 por legislação brasileira, verifica-se que os esforços do município de Pau dos Ferros/RN não estão totalmente voltados para esta perspectiva, uma vez que ainda se projeta a instalação de um aterro controlado, que não é considerado uma tecnologia adequada, antes do aterro sanitário.

Atividades que visem a não geração, a redução, a reutilização, a reciclagem e o tratamento dos resíduos sólidos ainda são incipientes, sendo necessário o incentivo e conscientização da sociedade para que haja o seu incremento.

Ressalta-se a necessidade de avaliação concreta da localização disponibilizada para a implantação do aterro sanitário proveniente de consórcio, que será instalado em Pau dos Ferros/RN, pois a inadequação deste fator provoca sérios danos ambientais, além da adoção de medidas de monitoramento e operação adequados.

REFERÊNCIAS

Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). NBR 13.896 - **Aterros de resíduos não perigosos - Critérios para projeto, implantação e operação**. Rio de Janeiro, 1997.

Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE). 2018. **Panorama de Resíduos Sólidos no Brasil 2017**. Disponível em: <http://abrelpe.org.br/pdfs/panorama/panorama_abrelpe_2017.pdf>. Acesso em: 16 set. 2019.

BIANEK, J.; SCHIRMER, W. N.; CABRAL, A. R.; MAYER, C. L. D.; EURICH, P. H. M.; MARTINS, E. H. Comparação entre metodologias usepa e ipcc para estimativa teórica de produção de biogás em aterro municipal. **BIOFIX Scientific Journal**, v. 3, n. 1, p. 34-40, 2017.

BRASIL. Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2007/Lei/L11445.htm>. Acesso em: 27 ago. 2019.

_____. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2010/Lei/L12305.htm>. Acesso em: 02 set. 2019.

_____. Projeto de Lei nº 2.289, de 2 de julho de 2015. Disponível em: <https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/prop_mostrarintegra;jsessionid=DCD7807E21CFB1821DF3D2AFF45B0802.proposicoesWebExterno2?codteor=1358710&filename=PL+2289/2015>. Acesso em: 16 set. 2019.

COSTA, A. M.; ALFAIA, R. G. de S. M.; CAMPOS, J. C. Landfill leachate treatment in Brazil – An overview. **Journal of Environmental Management**, [s.l.], v. 232, p.110-116, fev. 2019.

ESTEBAN-ALTABELLA, J.; COLOMER-MENDOZA, F. J.; GALLARDO-IZQUIERDO, A. Simulation of the behavior of a refuse landfill on a laboratory scale. **Journal of Environmental Management**, [s.l.], v. 204, p.144-151, dez. 2017.

FERNANDES, R. T. V.; SILVEIRA, B. D. A.; OLIVEIRA, M. R. Planejamento urbano “open source”: Um estudo de caso na identificação de áreas para implantação de aterro sanitário. **HOLOS**, v. 8, p. 126-144, 2017.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). **Censo Demográfico 2010**. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rn/pau-dos-ferros/pesquisa/23/27652?detalhes=true>>. Acesso em: 16. Set. 2019.

LOPES, J. R. A.; BEZERRA, J. M.; LUNES, A. R. S.; SOUSA, E. F.; MORAIS, L. N. L. Avaliação preliminar da contaminação no lixão de Pau Dos Ferros-RN. In: I Simpósio de Manejo de Solo e Água. **Anais...** Mossoró, 2016. Disponível em: <<https://even3.blob.core.windows.net/anais/41900.pdf>>. Acesso em: 16 set. 2019.

MANNARINO, C. F.; FERREIRA, J. A.; GANDOLLA, M.. Contribuições para a evolução do gerenciamento de resíduos sólidos urbanos no Brasil com base na experiência Européia. **Engenharia Sanitaria e Ambiental**, v. 21, n. 2, p. 379-385, 2016.

NASCIMENTO, V. F.; SOBRAL, A. C.; ANDRADE, P. R.; OMETTO, J. P. H. B.. Evolução e desafios no gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos no Brasil. **Ambiente & Água-An Interdisciplinary Journal of Applied Science**, v. 10, n. 4, p. 889-902, 2015.

Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (SEMARH-RN). 2017. **Plano Intermunicipal de Resíduos Sólidos do Rio Grande do Norte**. Disponível em: <<http://adcon.rn.gov.br/ACERVO/semarh/Conteudo.asp?TRAN=ITEM&TARG=152910&ACT=&PAGE=0&PARM=&LBL=Programas>>. Acesso em: 16 set. 2019.

SOUZA, L. C.; SÁ, M. J.; LEGRAND, J. M; MAIA, H. N.; MELO, T. F.; MAGALHÃES, W. G; COCENTINO, W. M.; MENEZES, C. P.; FILLIPPI, R. **Geologia e recursos minerais da folha Pau dos Ferros**, SB.24-Z-A-II: estado do Rio Grande do Norte. Recife: CPRM, 2017. 109 p. Disponível em: <<http://rigeo.cprm.gov.br/xmlui/handle/doc/17717?show=full>>. Acesso em: 16. Set. 2019.

TANG, Q.; GU, F.; ZHANG, Y.; ZHANG, Y.; MO, J. Impact of biological clogging on the barrier performance of landfill liners. **Journal of Environmental Management**, [s.l.], v. 222, p.44-53, set. 2018.